

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Определение характера насыщения пластов-коллекторов по данным  
ГТИ на примере Васильевского месторождения»**

Автореферат бакалаврской работы

Студента 4 курса 403 группы  
направление 05.03.01 геология  
профиль «Нефтегазовая геофизика»  
геологического ф-та  
Богатыревой Татьяны Вадимовны

**Научный руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

К.Б. Головин

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2023

Введение. Геолого-технологические исследования предназначены для осуществления контроля за состоянием скважины на всех этапах её строительства и ввода в эксплуатацию с целью изучения геологического разреза, достижения высоких технико-экономических показателей, а также обеспечения выполнения природоохранных требований.

Информационно-измерительный комплекс ГТИ активно используется в нашей стране и за рубежом для непрерывного отслеживания технологических параметров бурения, своевременного оповещения об изменениях параметров или не соблюдении режимно-технологической карты (РТК), выполнения комплекса геолого-геохимических исследований, для выделения в разрезе скважины продуктивных пород коллекторов.

Отличительной особенностью геологических исследований ГТИ является то, что объекты исследования: керн, буровой шлам и промывочная жидкость являются источником прямой геологической информации об исследуемом разрезе, что придает особую значимость и важность данному виду работ.

Актуальность работы заключается в успешном применении геолого-геохимического комплекса ГТИ в различных геологических условиях.

Целью данной работы является определение по данным ГТИ прогнозного характера насыщения перспективных интервалов в процессе бурения Васильевского месторождения.

Задачи:

- изучение разреза
- освоение комплекса геолого-геохимических исследований
- исследование скважины по данным ГТИ, ГИС
- определение характера насыщения по данным ГТИ

Основой для написания данной работы послужили материалы геолого-технологических исследований в процессе строительства эксплуатационной скважины №5 Васильевского месторождения в интервале бурения 0-3318м.

Работа состоит из следующих разделов: Введение, основные разделы: 1 Геологическая характеристика района работ, 2 Методика работ, 3 Определение характера насыщения, Заключение.

Основное содержание работы. 1 Геологическая характеристика района работ. 1.1 Общие сведения о районе работ

Васильевское нефтегазовое месторождение расположено на границе Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа и Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области.

Климат района характеризуется резко континентальным, с суровой продолжительной зимой и коротким теплым летом. В формировании температурного режима большое значение имеет открытость территории с севера и юга, способствующая свободному проникновению холодного арктического воздуха с севера на юг, а также свободному выносу прогретого континентального воздуха с юга на север. Все это приводит к резким изменениям давления и температуры в течение года и даже суток.

Подошва многолетнемерзлых пород залегает на глубине 300 м, кровля - на глубине 160 м. Среднемесячная температура самого холодного месяца января – минус 23,5°С (минимальная -58°С), самого теплого июля – +17°С (максимальная +36°С). Общее количество осадков в год достигает 400-500мм.

Крупным ближайшим населенным пунктом от месторождения является: г. Ханты-Мансийск– в 180 км южнее площади работ. Основными видами транспорта рассматриваемого района являются автомобильный транспорт. На территории месторождения расположена одна из крупнейших рек в мире – Обь, по которой так же ходит водный транспорт, который производит доставку груз перевозку людей.

Город Ханты-Мансийск с Васильевским месторождением соединяет промысловая бетонная дорога, поэтому основные перевозки груза, а также людей осуществляются автомобильным транспортом.

Сеть трубопроводов развита, в последнее время идет активное расширение трубопроводной сети, которая позволяет доставлять нефть и нефтепродукты к местам их переработки или дальнейшей транспортировки.

1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика. Изученный разрез Васильевского месторождения сложен мощной толщей терригенных отложений мезо-кайнозойского фундамента. Из разреза выпадают отложения неогеновой системы.

Максимальная мощность осадочного чехла составляет 3130м. Геологическое строение месторождения обусловлено закономерностями стратиграфии, тектонического развития и осадконакопления в пределах Сургутского свода.

1.3 Тектоника. Западно-Сибирская плита, образовавшаяся в послепротерозойское время, относится к молодым образованиям и характеризуется трехъярусным строением. В тектоническом строении Васильевское месторождение, как и всей Западно-Сибирской плиты, принимают участие отложения трех структурных этажей: нижнего – палеозойского фундамента, среднего – промежуточного чехла перм-триасового возраста и отложения осадочного чехла мезозойского возраста.

Согласно этим моделям залежи разбиты малоамплитудными нарушениями на разное число блоков.

1.4 Нефтеносность. В нефтегазоносном отношении Васильевское месторождение находится в пределах Ноябрьского и Сургутского нефтегазоносных районов, Среднеобской нефтегазоносной области, Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Свойства горных пород изменяются в очень широких пределах и зависят от их минерального состава и структурно-текстурных особенностей. Основные параметры, характеризующие качество пород – это пористость, трещиноватость, плотность, проницаемость, насыщенность пустот флюидами, смачиваемость и структура порового пространства.

Коллекторами нефти и газа являются горные породы, обладающие способностью вмещать эти флюиды и отдавать их при разработке.

Под пористостью горной породы понимается наличие в ней пор (пустот). Пористость характеризует способность горной породы вмещать жидкости и газы. Общая (полная, абсолютная) пористость – суммарный объем всех пор, открытых и закрытых.

2 Методика работ. 2.1 Цели и задачи ГТИ. Геолого-технологические исследования скважин (ГТИ) - комплексные исследования содержания, состава и свойств пластовых флюидов и горных пород в циркулирующей промывочной жидкости, также характеристик и параметров технологических процессов на различных этапах строительства скважин с привязкой результатов исследований ко времени контролируемого технологического процесса и к разрезу исследуемой скважины.

Геолого-технологические исследования в нефтяных и газовых скважинах проводятся для достижения следующих целей: - оптимизация и контроль технологических процессов на всех этапах строительства, ввода в эксплуатацию и эксплуатации скважин; - обеспечение безопасного проведения работ; - изучение геологического разреза; - обеспечение высокого качества и технико-экономических показателей строительства скважин; - выполнение природоохранных требований.

Процесс исследований начинается измерением физических величин датчиками в местах их установки, а заканчивается предоставлением полученной и обработанной информации участникам процесса строительства скважины. Служба ГТИ представляет собой единую систему, включающую станцию ГТИ с персоналом на буровой, службу технического и метрологического обеспечения и службу обработки и интерпретации информации на базе.

Первичной информацией для ГТИ являются: - значения физических величин от датчиков в местах установки их на буровом оборудовании; - результаты исследований в полевой и стационарных лабораториях ГТИ

образцов керна, проб бурового раствора, шлама и пластового флюида; - исходные данные проекта на строительство скважины; - сообщения, поступающие от специалистов, участвующих в технологическом процессе строительства скважины, и характеризующие состояние этого процесса;

- прогнозные параметры ГТИ, полученные при анализе результатов бурения соседних скважин, а также результатов геологических, геохимических и геофизических исследований на окружающей территории.

Выходной информацией ГТИ являются: - значения параметров, измеренные с постоянным шагом дискретизации по времени и по глубине ствола скважины, а также рассчитанные по заданным алгоритмам; отчетная информация в текстовой и графической форме, обобщающая результаты исследований за определенный интервал времени или глубины; рекомендации, поступающие от персонала, производящего ГТИ, другим специалистам, участвующим в технологическом процессе строительства скважины; результаты анализа деятельности по сопровождению строительства скважины геолого-технологическими исследованиями, обобщенные в форме текстового отчета с таблицами и иллюстрациями.

Первичная информация, полученная в процессе ГТИ (результаты измерения физических параметров, характеризующих процесс строительства скважин, свойства горных пород и пластовых флюидов, а также образцы горных пород в виде шлама и керна), передается заказчику (недропользователю).

Процесс, который связан с обработкой и интерпретацией геофизических данных, которые начинаются от получения цифровой информации и до ее редактирования, до определения параметров подсчета, происходил с применением современных вычислительных программных средств.

Качественные ли материалы ГТИ, ГИС оцениваются производителем при первичной приемке, согласно требованиям, которые действуют по инструкциям по проведению геофизических исследований в скважинах, а

также другими специализированными инструктивными материалами по отдельным методам ГТИ и ГИС.

После поступления цифровых исходных материалов в Контрольно-интерпретационную партию (сокращенно КИП) осуществляется оценка качества исходного материала, которая продолжается на протяжении всего процесса обработки и интерпретации. Данная проверка включает в себя комплекс процедур, при которой проводится анализ исполнения технологической схемы, которая должна соответствовать задаче, состояние метрологического обеспечения аппаратуры и, что не мало важно, уровень профессионального мастерства состава геофизической партии. Судить о качестве работы можно по полноте информационного содержания полученных результатов и оценке по сумме критериев, которые определяют поставленные задачи. Из результатов данной оценки производится расчет коэффициента качества работы геофизических отрядов, позволяющий повысить мотивацию обеспечения качества со стороны работников.

2.2 Методика проведения технологических работ. Геолого-технологические исследования включают в себя обязательный и дополнительный комплексы. Состав комплексов ГТИ, перечень подлежащих выполнению работ, количество и перечень измеряемых параметров оговариваются Заказчиком при заключении контракта.

При проведении ГТИ применяется широкий комплекс измерений технологических параметров.

При исследовании эксплуатационной скважины №5 Васильевского месторождения, были использованы данные детального механического каротажа.

2.2.1 Детальный механический каротаж (ДМК). В данной работе, при изучении разреза использовался механический каротаж. И для решения геологических задач использовалась не величина механической скорости проходки, а величина, обратная ей, которая физически является

продолжительностью бурения интервала проходки; эту величину и продолжают называть ДМК скорость.

2.3 Геолого-геохимические исследования при бурении скважин. Геохимические способы исследования основаны на прямом изучении газонасыщенности бурового раствора и шлама, образующегося при промывке скважины. В первом случае определение содержания углеводородных газов может проводиться непосредственно в процессе бурения или после него. Буровой раствор проходит дегазацию в специальной установке, а затем определяется содержание углеводородов с помощью газоанализатора-хроматографа, расположенного в каротажной станции. Шлам, или частицы разбуренной породы, содержащиеся в буровом растворе, изучают люминесцентным или битуминологическим способом.

2.3.1 Люминесцентно-битуминологический анализ. Люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА) проб шлама, керна и промывочной жидкости проводится с целью определения остаточного нефтебитумосодержания горных пород. Анализ основан на свойстве битумоидов при их облучении ультрафиолетовыми лучами испускать «холодное» свечение, интенсивность и цвет которого позволяют визуально оценить наличие и качественный состав битумоида в исследуемой породе.

2.3.2 Газовый каротаж. Газовый каротаж—метод исследования скважин, основанный на определении содержания и состава углеводородных газов и битумов в промывочной жидкости.

ГК применяется для оперативного выделения перспективных на нефть и газовых участков в разрезе скважины и прогнозной оценки характера их насыщения, интервалов притока пластового флюида в скважину или поглощения фильтрата промывочной жидкости в пласт с целью предотвращения аварийных ситуаций, измерения параметров режима бурения.

2.3.3 Термо-вакуумная дегазация бурового раствора и шлама. Термо-вакуумная дегазация (ТВД) является инструментом для извлечения

углеводородных газов из открытых пор шлама, а также для извлечения газа, содержащегося в буровом растворе. После извлечения газа определяется его количество и при помощи хроматографа анализируется его состав. Такой анализ проводится с целью выявления продуктивных нефтегазоносных пластов и выделения зон аномально высоких поровых и пластовых давлений. Следует отметить, что данный метод является дополнительным при выявлении продуктивных пластов-коллекторов.

2.3.4. Аппаратура ГТИ. Геолого-технологические исследования, проводимые непосредственно в процессе бурения скважины, не требуют простоя в работе буровой бригады и бурового оборудования. Они решают комплекс геологических и технологических задач, направленных на оперативное выделение в разрезе бурящейся скважины перспективных на нефть и газ, изучение их фильтрационно-ёмкостных свойств и характера насыщения, обеспечение безаварийной проводки скважин и оптимизацию режима бурения.

Специалисты партии ГТИ передают полную информацию о процессе бурения не только Заказчику, но и буровой бригаде, технологам, как во временном, так и в глубинном масштабе.

Передача информации производится через интернет. Имеется возможность передачи данных в дискретном и непрерывном форматах. Для этого имеется в наличии система сотовой связи.

Для оперативного решения задач партия ГТИ оснащена:

- станцией геолого-технологических исследований «СНГС-100»;
- суммарным газоанализатором «СНГС-207К»;
- газовым хроматографом «СНГС-04М»;
- дегазатором поплавкового типа;
- системой транспортировки газозооной смеси (ГВЛ);
- микроскопом МБС-10;
- люминоскопом ЛРВ-1 (Филин);
- термовакуумным дегазатором ТВД-5М;

- карбонатометром КМ-04;
- датчиком положения талевого блока (ДОЛ – 3Т);
- тензометрическим датчиком веса (В13-36);
- тензометрическим датчиком давления бурового раствора в нагнетательной линии со средоразделителем (МИДА);
- датчиком температуры промывочной жидкости;
- импульсными бесконтактными датчиками ходов насоса (ДПМ);
- импульсным бесконтактным датчиком скорости вращения ротора (ДПМ);
- датчиками уровня бурового раствора в емкостях (УПБ – М).

Для отбора газа из циркулирующего по скважине бурового раствора применяют дегазаторы активного или пассивного действия. Содержание газа определяют газоанализатором (хроматографом) путем разделения газовой смеси на отдельные углеводороды и определения их количества.

Используя дополнительно термовакуумную дегазацию (ТВД), хроматографом можно определить газонасыщенность бурового раствора. При бурении скважин с отбором шлама и керна газовый каротаж может быть проведен по газам, полученным термовакуумной дегазацией шлама и керна.

При газовом каротаже содержание углеводородов ряда метан - гексан определяется суммарно и отдельно от общего количества определяемых углеводородных газов.

При проходке газоносных пластов преобладают легкие углеводороды (метан и этан), при проходке пластов с нефтью возрастает доля тяжелых углеводородов (пропан, бутан, пентан, гексан).

При истолковании газокаротажных диаграмм необходимо учитывать ряд факторов, от которых зависят показания диаграммы, например: скорость проходки скважины, скорость циркуляции и объем бурового раствора, его качество, наличие добавок в буровой раствор реагентов, содержащих углеводороды, помех и прочие.

2.4 Интерпретация данных. Характер насыщения коллекторов оценивается по результатам интерпретации данных газового каротажа, люминесцентно-битуминологического анализа шлама.

Формирование шламовых смесей и их характеристики при бурении в участках набора кривизны и в горизонтальных стволах также значительно отличаются от традиционных академических. Зачастую шлам размолот до размеров зерен, что не позволяет достоверно определить литологию пород, их коллекторские свойства и насыщение.

3 Определение характера насыщения. Материалом для исследования послужили данные проведенных геолого-технологических исследований по Васильевскому месторождению.

На первом этапе квалификационного исследования данные ГТИ и газового каротажа были проанализированы при помощи методики интерпретационного кода. Были определены фоновые показания:

По результатам исследований в разрезе скважины выделены перспективные объекты в интервалах: 2942 - 2943м; 2947,63 - 2950,3м; 2953,92 - 2957,96м; 2964 - 2965,4м; 2969,45 - 2975,8м; 2976,4 - 2977,4м; 2980,4 - 2982,14м; 2983,4 - 2984,2м; 2985 - 2986м; 2989,2 - 2990,7м; 2991,6 - 2993,4м; 2997,3 - 2999,9м; 3001,2 - 3003,6м; 3005,4 - 3007,9м, литологически представленные песчаниками светло-серыми, кварц-полевошпатовыми, мелко-среднезернистыми, на глинистом цементе, местами разбуренными до отдельных зерен, с запахом УВ; аргиллитами темно-серыми, плотными, средней крепости. В результате интерпретации данных газового каротажа характер насыщения определен как «нефть».

Заключение. В результате выполненных исследований установлено, что приведенный в работе комплекс методов ГТИ в геологических условиях Васильевского месторождения, характеризующихся неоднородным литологическим составом коллекторов, позволяет решать следующие задачи:

выполнять литологическое расчленение разреза с определением глубин вскрытия отложений;

выделять породы-коллекторы;  
оперативно определять характер насыщения выделенных пород-коллекторов.

Результаты выполненных ГТИ подтверждаются результатами последующих ГИС, что позволяет сделать вывод об успешности проведенных исследований.